CORSO PER L'IMPIEGO DI AUTORESPIRATORI AD OSSIGENO

OXYGEN CLOSE CIRCUIT REBREATHER

Prefazione.

Quando mi è stato chiesto di scrivere queste brevi note, al fine di presentare un manuale sull'impiego di uno strumento tra i più validi e affascinanti che io conosca, l'A.R.O., ho aderito immediatamente, e ciò non solo perché all'autore del testo mi legano vincoli di carattere famigliare, ma soprattutto perché a farlo è una persona estremamente professionale che, nel caso specifico, unisce in sé le qualità proprie di chi sa gestire un'attività o una situazione in maniera encomiabile.

Per me, inoltre, questa insperata occasione significa anche un tuffo nel passato, nel gradevole ricordo di quando, ancora giovane, scoprivo giorno dopo giorno un mondo nuovo fatto di piccole, ma continue conquiste: erano i giorni dei corsi FIPS, allorché per acquisire il brevetto di subacqueo si usavano ancora gli autorespiratori ad ossigeno, i soli in grado di darti un'acquaticità eccezionalmente spiccata.

Ma il bello doveva ancora arrivare ed esso giunse quando ebbi il privilegio e la fortuna, in quanto militare di professione, di frequentare la fase subacquea dei corsi per gli incursori della Marina Militare: un corso unico, entusiasmante anche se difficile e faticoso, altamente qualificante, dove l'A.R.O. assume il ruolo del protagonista insostituibile.

Non starò qui ad enumerare le mie esperienze professionali nel campo subacqueo per ovvi motivi di riservatezza, ma posso affermare con tutta franchezza che questo autorespiratore a me ha dato soddisfazioni di gran lunga superiori agli altri ed anche del tutto particolari e impreviste, malgrado i limiti imposti dalle sue caratteristiche di funzionamento.

Tuttavia, l'ARO è un autorespiratore che deve essere avvicinato con attenzione e molta prudenza, quasi con umiltà, sicuramente dopo una lunga preparazione e molto allenamento, severamente vietato ai "presuntuosi", a coloro che si ritengono i "guru", i "santoni" dell'immersione, senza possedere le qualità per esserlo e che finiscono per incorrere in grossolani errori e inutili rischi, sorretti come sono da una profonda ignoranza che unita alla presunzione forma una miscela altamente esplosiva.

Immergersi con l'A.R.O. significa potersi librare nell'acqua in una dimensione di equilibrio senza pari, muoversi nel silenzio dei fondali rotto solo dal rumore ovattato del mare e da quello prodotto dalla respirazione e dal battito del tuo cuore, raggiungere uno stato di benessere interiore senza pari, apprezzare ancor di più

quanto ti offre una natura splendida, superba, unica, rappacificarsi con essa per amarla e rispettarla, rinnovarsi nello spirito per temprare anche il corpo.

Detto così sembra tutto bello, tutto semplice, tutto facile, ma così non è, perché ogni attività che si voglia far bene impone sempre impegno e sacrificio

Nel nostro caso diventano indispensabili la fiducia nelle proprie forze, la coscienza dei propri limiti, la padronanza delle tecniche d'immersione, molta acquaticità sorretta dall'esperienza e dalla pratica, la perfetta conoscenza degli strumenti di lavoro.

Il corso A.R.O. descritto nel presente opuscolo offre le premesse per ottenere tutto questo, ma esso non è e non deve essere fine a se stesso.

Per poter continuare è necessario applicarsi con continuità e per gradi non dimenticando mai che l'A.R.O. è un autorespiratore esigente, che vuole essere indossato solo da persone altrettanto esigenti in fatto di serietà e professionalità.

A coloro che decidono di affrontare questa esperienza auguro tutte quelle sensazioni che io ho potuto percepire nell'ascoltare il battito del cuore nel silenzio di una stupenda immersione con questa interessante apparecchiatura.

Colonnello Leonida Grazioli

Introduzione

In questo manuale ho cercato di descrivere nella maniera più semplice e comprensibile possibile l'autorespiratore ad ossigeno e il modo di impiegarlo, alcuni elementi di fisiopatologia subacquea, quanto di più utile e immediato possa servire per compiere immersioni in sicurezza con un'apparecchiatura in grado di offrire esperienze interessanti per la sua semplicità d'uso, per il suo funzionamento silenzioso, ma soprattutto perché permette al subacqueo di affinare i propri movimenti in acqua.

L'obiettivo che mi sono prefissato è quello di consentire al subacqueo di comprendere l'intima essenza dell'A.R.O., come lo si assembla, di familiarizzare con le varie manovre da effettuare prima del suo impiego, di conoscere gli effetti sull'organismo dei gas quali l'ossigeno, l'azoto e l'anidride carbonica, di illustrare alcuni esercizi indispensabili per prendere confidenza con l'apparecchio.

L'A.R.O. è un autorespiratore semplice, ma deve essere usato con molta cautela perché non permette improvvisazioni, pressappochismo e superficialità, ma esige conoscenza delle procedure e delle regole, pianificazione delle attività, capacità di affrontare gli imprevisti.

Andrea Pianon

Sommario.

La teoria. pag. 6

Cos'è l'A.R.O.. " 6
Cenni storici. " 7
Tipi di ARO. " 8
Parti costitutive dell'ARO. " 9
Principio di funzionamento dell'ARO: " 12
- nell'ARO pendolare; " 13
- nell'ARO ciclico. " 14

Cenni di chimica ed elementi di fisiologia subacquea: " 15
- l'ossigeno: " 15
. cos'è; " 15
. problemi legati alla sua tossicità: " 16
a. tossicità al SNC; " 17
b. tossicità polmonare; " 19
. pericolosità nel suo maneggio; " 22
- l'azoto: " 22
. cos'è; " 22
. problemi relativi; " 22
- l'anidride carbonica: " 23
. cos'è; " 23
. problemi relativi; " 23
- la calce sodata: " 24
. cos'è; " 24
. problemi relativi. " 24

Gli incidenti meccanici. " 25

Alcune considerazioni. " 26

La pratica. “ 27

Preparazione dell’autorespiratore. “ 27
Prove di efficienza dell’autorespiratore. “ 30
Impiego dell’autorespiratore. “ 32

Esercizi: “ 32
- Pesatura. “ 33
- Entrata in acqua. “ 33
- Lavaggio del sacco polmone. “ 34
- Svuotamento della maschera. “ 34
- Regolazione del volume del sacco e manovra del pendolo. “ 35
- Svestizione. “ 38

Glossario. “ 39

Ringraziamenti. “ 40

LA TEORIA

Cos'è l'A.R.O.

La sigla significa **A**uto **R**espiratore ad **O**ssigeno.

L'ARO é un apparecchio di respirazione autonomo a circuito chiuso che basa il suo funzionamento nell'utilizzare per la respirazione ossigeno puro e nel riutilizzare il prodotto della respirazione, dopo averlo opportunamente depurato.

In altre parole l'ossigeno contenuto nell'autorespiratore, e vedremo in seguito come, entra nei polmoni per assicurare i processi fisiologici e biochimici deputati alla vita e da questi esce arricchito di anidride carbonica, la quale, pericolosa per la respirazione, viene eliminata dall'autorespiratore stesso, pur rimanendo al suo interno.

L'ossigeno così rinnovato entra nuovamente in circolo fino a quando non sarà consumato dall'organismo. Da qui il motivo per il quale l'ARO è definito a circuito chiuso.

Questo autorespiratore, che volendo non rivela la presenza del subacqueo in acqua consentendogli di non produrre bolle d'aria come con i tradizionali autorespiratori ad aria, é stato adottato con successo durante la seconda guerra mondiale dai reparti d'assalto della Marina Militare Italiana ed è tuttora uno strumento insostituibile per i reparti speciali degli eserciti di tutto il mondo.

Esercito Italiano – Lagunari: una coppia di esploratori anfibi (Venezia – Italia)

Cenni storici.

Il primo ARO fa la sua comparsa nel 1911 ad opera degli inglesi e viene successivamente immesso nel mercato solo nel 1922.

In Italia compare dopo il 1930 e nel 1936 gli ufficiali del Genio Navale, Tesei e Toschi, ne studiano l'impiego a scopo bellico.

Durante il secondo conflitto mondiale gli autorespiratori ad ossigeno, che consentivano, grazie alla loro grande autonomia, lunghe permanenze in acqua, furono determinanti agli italiani per infliggere, durante le loro ardite incursioni, significative perdite al nemico.

Nel 1945, sciolto il segreto militare cui era stato coperto fino ad allora, l'ARO viene introdotto negli ambienti sportivi e diventa appannaggio dagli sportivi subacquei dell'epoca causando non pochi incidenti, alcuni anche mortali, conseguenza di una approssimativa preparazione nell'uso dell'apparecchio e scarsa conoscenza degli effetti dell'ossigeno sul corpo umano, quando sottoposto a pressioni elevate.

Questi incidenti finirono con il creare nei confronti dell'ARO diffidenza e rifiuto da parte dei subacquei sportivi, che allettati dalle maggiori possibilità offerte dagli autorespiratori ad aria, lo perdettero di vista, relegandolo per lungo tempo al ruolo di una cenerentola. Adesso che l'informazione e l'addestramento non mancano, forse è giunto il momento di restituire fiducia all'ARO, che rimane sempre una apparecchiatura di tutto rispetto e che può essere considerato il precursore dei moderni apparecchi a circuito chiuso (rebreather).

Ciò lo dimostra il fatto che ancor oggi l'ARO in campo militare e professionale costituisce un mezzo insostituibile per effettuare immersioni particolari e impegnative.

Marina Militare Italiana: allievi incursori in fase di addestramento con l'autorespiratore ad ossigeno (La Spezia - Italia).

Tipi di ARO.

Esistono due tipi di A.R.O, il pendolare e quello ciclico (figura 1). Il principio di funzionamento dei due autorespiratori è lo stesso, ma le prestazioni ed anche il costo sono diversi; decisamente maggiori in quello ciclico.
Poiché sono ambedue validi li descriveremo entrambi.

figura n. 1: A.R.O. di tipo ciclico della Ditta O.M.G. (di S. Stefano Magra-La Spezia)

Parti costitutive dell'ARO.

Sostanzialmente l'autorespiratore ad ossigeno è composto da quattro parti:

- il **sacco-polmone** (figura 2), costituito da un contenitore di gomma elastica o materiale simile la cui funzione è quella di fornire l'ossigeno proveniente dalle bombole a pressione ambiente e nella quantità richiesta dall'operatore subacqueo, di miscelare l'ossigeno con i gas prodotti dalla respirazione e di offrire al subacqueo un valido ausilio per controllare la posizione idrostatica voluta;

figura n.2: sacco polmone

- il **filtro** (figura 3) o capsula contenente la **calce sodata**, una sostanza in grado di assorbire l'anidride carbonica prodotta dal nostro organismo ed espulsa quindi dai nostri polmoni nel sacco durante la fase di espirazione;

figura n. 3: capsula-filtro della calce sodata

- la **bombola** metallica (figura 4) (possono essere anche due), contenente l'ossigeno puro ad una determinata pressione e dotata di un gruppo riduttore della pressione collegato con il sacco polmone e denominato **by-pass** (figura 5), il quale, a sua volta, è munito di una leva o di un pulsante di richiesta e talvolta di un manometro;

A lato figura n. 4: il bombolino.

Sotto figura n. 5: in particolare il *by pass.*

- il **boccaglio-rubinetto** (figura 6), collegato tramite uno o due tubi corrugati, a seconda del tipo di autorespiratore, al filtro e al sacco polmone.

figura n. 6: rubinetto con tubi corrugati

figura n. 7: il rubinetto

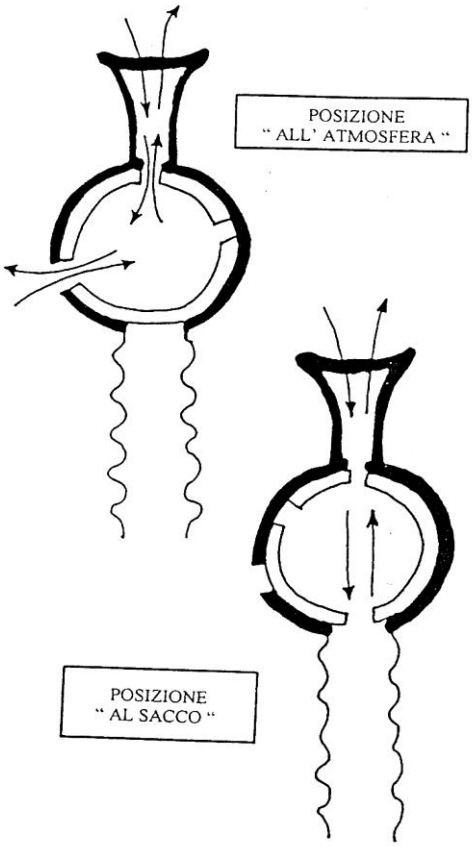


figura n. 8: principio di funzionamento del rubinetto

Principio di funzionamento.

Il principio su cui si basa il funzionamento dell'autorespiratore ad ossigeno è semplicissimo.

L'ossigeno ad alta pressione (normalmente 150/200 atm.) contenuto nella bombola viene, su richiesta del subacqueo, trasferito, tramite il by-pass (contenente un riduttore di pressione a 10 atm), al sacco-polmone dove assume la pressione ambiente, quella cioè corrispondente alla profondità in cui ci si trova.

A questo punto il gas contenuto nel sacco-polmone può essere inspirato ed espirato più volte lasciando alla calce sodata contenuta nel filtro di fissare l'anidride carbonica e depurare il gas; ciò fino a quando l'organismo non consumerà l'ossigeno contenuto nel sacco ed il subacqueo non incomincerà ad avvertirne la mancanza. L'ossigeno, a questo punto può essere fatto affluire al sacco, su richiesta e nella quantità voluta, premendo la leva o il pulsante del by-pass.

Il circuito che i gas percorrono nell'apparecchiatura assume, a seconda del tipo di autorespiratore, un andamento pendolare oppure ciclico.

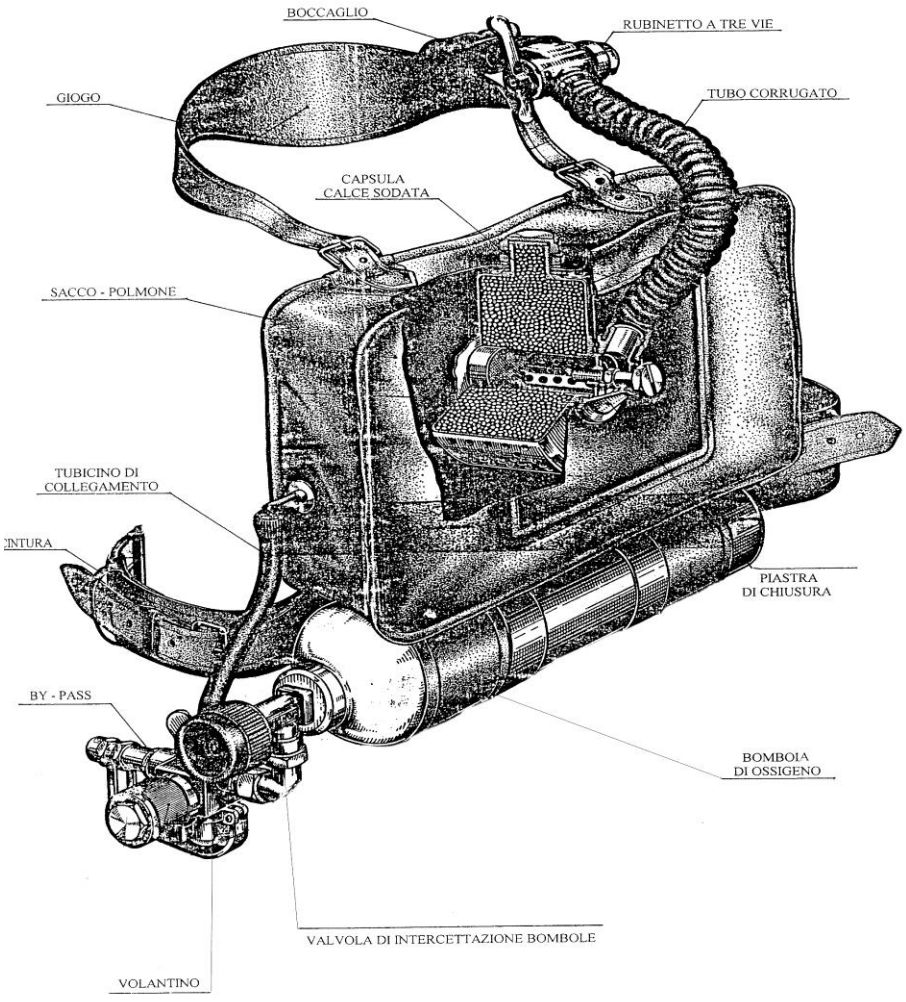


figura n. 9: spaccato di un A.R.O. di tipo pendolare

Nell'ARO di tipo pendolare (figura 10).

Nel sistema pendolare il gas espirato dal subacqueo viene convogliato, tramite il boccaglio ed il tubo corrugato, nella capsula di calce sodata, la quale, dopo aver fissato l'anidride carbonica, restituisce il gas depurato al sacco-polmone dove esso si miscela con il nuovo ossigeno proveniente dalla bombola.

Successivamente il gas, completamente rigenerato, passa dal sacco-polmone alla capsula di calce sodata e giunge ai polmoni del subacqueo attraverso il tubo corrugato ed il boccaglio.

In altre parole il percorso effettuato dal gas durante l'intero atto respiratorio, sia nella fase di inspirazione che in quella di espirazione è lo stesso, donde il termine di "pendolare".

Le caratteristiche fisiche più evidenti che distinguono l'ARO pendolare da quello ciclico è quella di avere un solo tubo corrugato anziché due, un rubinetto a tre vie anziché quattro, un tipo diverso di capsula per la calce sodata, in sostanza un'impostazione tale da renderlo più semplice, maneggevole e anche meno ingombrante.

Per contro questo tipo di autorespiratore presenta l'inconveniente per cui lungo il tubo corrugato si creano degli spazi morti dove l'ultima quantità di gas espirato (ricco di anidride carbonica) sosta e diventa il primo ad essere aspirato durante la successiva fase di inspirazione, senza essere filtrato dalla capsula di calce sodata.

Data la quantità minima di gas presente negli spazi morti questo inconveniente è di per sé insignificante se non nel caso che avremo modo di vedere più avanti.

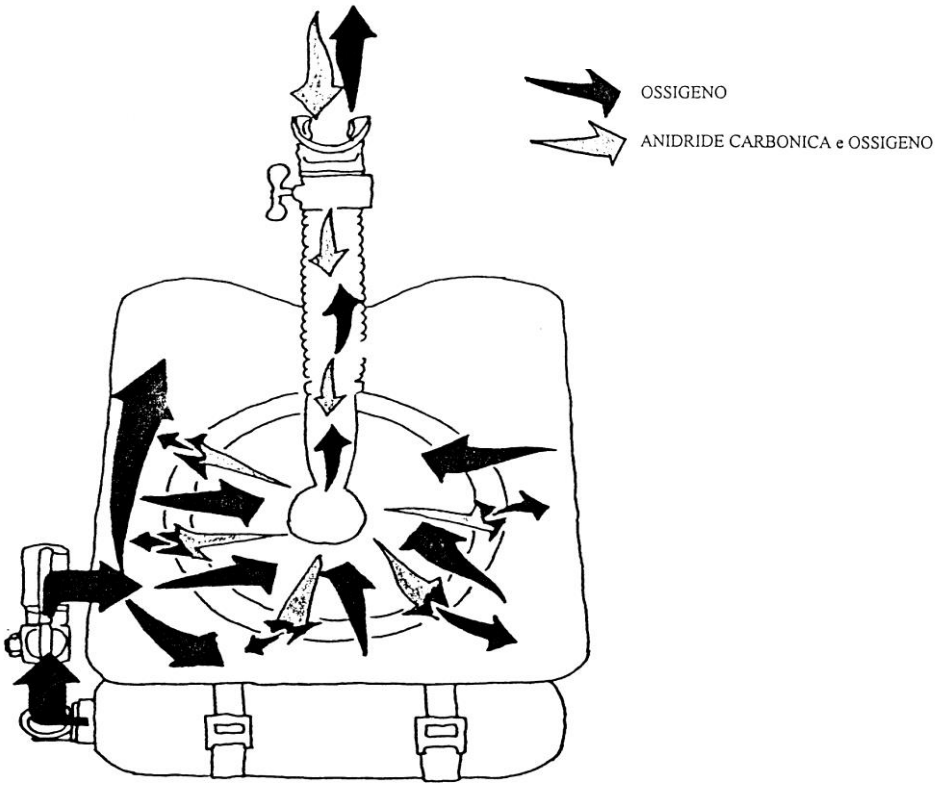


figura n. 10: schema di funzionamento dell'A.R.O. di tipo pendolare

Nell'ARO di tipo ciclico (figura n. 1 e 11).

Nel sistema ciclico, invece, il gas espirato dal subacqueo passa attraverso il boccaglio, da questo al tubo corrugato e, dopo aver superato una valvola di non ritorno, nel filtro dove cede l'anidride carbonica alla calce sodata depurandosi.

Dal filtro della calce sodata il gas passa al sacco polmone dove, miscelandosi con il nuovo ossigeno, si rigenera; quindi attraverso un altro tubo corrugato e il boccaglio il gas affluisce ai polmoni del subacqueo secondo un andamento ciclico e/o circolare.

Le caratteristiche fisiche che distinguono questo tipo di autorespiratore le abbiamo già elencate descrivendo quello pendolare oltre naturalmente le valvole di non ritorno che obbligano il gas a compiere un determinato percorso.

I maggior vantaggi di questo tipo di autorespiratore sono: eliminare completamente gli spazi morti e quindi qualsiasi eventuale traccia di anidride carbonica, diminuire notevolmente lo sforzo respiratorio, cosa molto importante per rendere l'immersione meno faticosa e quindi sicuramente più piacevole.

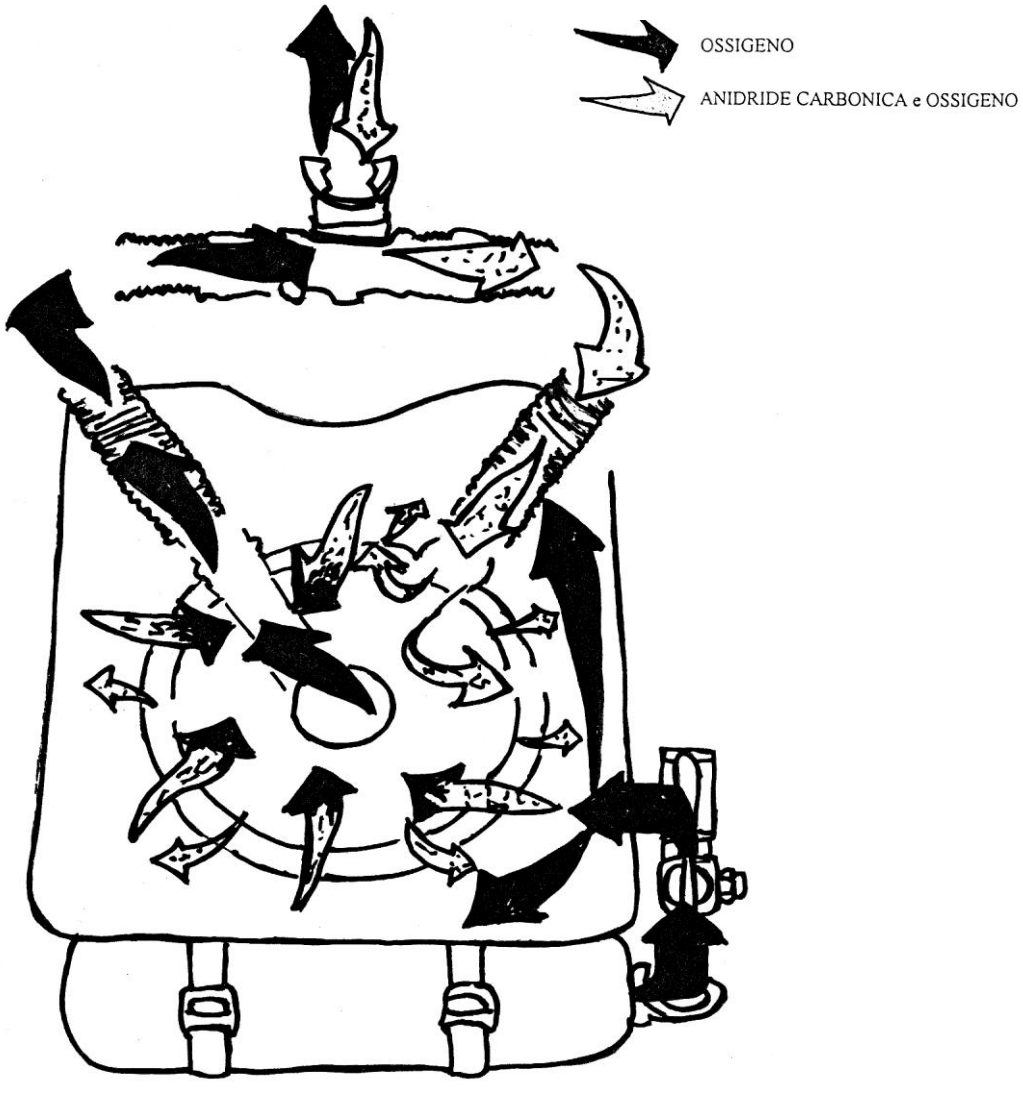


figura n. 11: schema di funzionamento dell'A.R.O. di tipo ciclico

Cenni di chimica ed elementi di fisiologia subacquea.

L'**Ossigeno:**

- *cos'è*:

l'ossigeno (simbolo O) è un elemento chimico gassoso che nella sua forma molecolare (O_2) è presente nell'aria che respiriamo per circa il 21% e che unito all'idrogeno (simbolo H) contribuisce a formare l'acqua.

Questo elemento, indispensabile per la vita degli esseri viventi sulla terra, e pertanto anche per quella dell'uomo, fornisce unitamente ad altri componenti presenti nell'organismo l'energia necessaria per tutti i processi vitali e lo fa raggiungendo, attraverso i meccanismi della respirazione, tutte le cellule del corpo che lo utilizzano come un vero e proprio comburente.

Il trasporto dell'ossigeno alle cellule dell'organismo avviene tramite il sangue, i cui globuli rossi contengono una speciale sostanza proteica, l'emoglobina, in grado di combinarsi con l'ossigeno a livello dei polmoni e liberarlo al livello dei capillari dei tessuti.

Tuttavia, questo elemento, tanto prezioso per la nostra sopravvivenza, paradossalmente può diventare pericoloso, quando maneggiato impropriamente o allorquando é assorbito dal nostro organismo in maniera errata.

Ora, noi sappiamo che l'ossigeno sottoposto alle varie pressioni comporta effetti diversi sull'organismo, il quale tollera le variazioni di pressione entro certi limiti: questo campo di equilibrio fisiologico del nostro organismo, dove le condizioni respiratorie ottimali si realizzano tra un valore minimo e uno massimo, viene definito "*normossia"*.

Se si superano i limiti della normossia l'organismo umano non riesce più a svolgere le sue normali funzioni respiratorie incorrendo (tabella n. 1):

	PO_2	
	0,10	Perdita di conoscenza
	0,12	Gravi sintomi di ipossia
	0,16	Inizio di leggeri sintomi di ipossia
	0,21	Ambiente normale (normobarico)
	0,35	Esposizione normale in saturazione
Inizio effetto Lorraine Smith	0,5	Esposizione massima in saturazione
	1,4	Esposizione massima per immersione lavorativa
	1,5	Esposizione massima per immersioni tecniche
	1,6	Esposizione massima per immersioni ricreative
	2,0	Esposizione massima per un sub che lavora (USN)
	2,4	Gas terapeutico nitrox 60/40 a 6 ata
	2,5	Decompressione max per immersioni in saturazione
	2,8	100% di ossigeno a 2,8 ata
	3,0	Gas terapeutico nitrox 50/50 a 6 ata

Tabella 1: limiti dell'ossigeno ed implicazioni fisiologiche.

- in uno stato di "*anossia"* (mancanza di ossigeno) e *"ipossia"* (carenza di ossigeno), se si supera il valore minimo (insufficienza di pressione parziale di ossigeno), come quando, per esempio si sale ad alta quota in montagna o anche durante le immersioni qualora si verificassero determinate condizioni;
- in uno stato "*iperossia*" (eccesso di ossigeno), se si supera quello massimo;

due inconvenienti che possono condurre anche alla morte, evenienza quest'ultima estremamente remota laddove si seguono, come vedremo più avanti, alcune regole che debbono essere considerate <u>imperative</u>;

- *<u>problemi legati alla sua tossicità</u>*:

quando si scende nelle profondità marine, la pressione parziale dell'ossigeno non solo aumenta per effetto del variare della profondità e pertanto della pressione, ma anche in seguito al variare della concentrazione dell'ossigeno stesso nella miscela respiratoria.

Nel nostro caso non bisogna dimenticare che si tratta di utilizzare ossigeno puro o quasi, poiché è pressoché impossibile eliminare del tutto qualsiasi traccia di altri elementi, quantità queste comunque ininfluenti.

In altre parole, oltre un certo limite l'ossigeno sottoposto a pressione diventa tossico.

Per non ingenerare confusione, non staremo qui a indicare quali sono i limiti fisiologici ed i relativi parametri, peraltro diversi da individuo a individuo e influenzati dal tipo di attività svolta, dalle condizioni fisiche, dalla durata dell'immersione, dall'allenamento effettuato e dalla preparazione acquisita, ma ribadiamo ancora una volta che la massima pressione parziale dell'ossigeno, ammessa per le immersioni di carattere ricreativo, è di 1,6 ata, corrispondenti, nel caso in cui si utilizzi autorespiratori ad ossigeno, alla profondità di metri 6.

Per effetto di questa regola i tempi di esposizione alle varie pressioni da rispettare durante ogni immersione e/o nelle 24 ore sono quelli riprodotti nella seguente tabella:

Pressioni parziali dell'ossigeno e limiti di esposizione (tabella NOAA)

ATA	Profondità	Tempo in minuti	Minuti max nelle 24 h	Ore max nelle 24h
1.6	6 m.	45	150	2.50
1.5	5 m.	120	180	3.00
1.4	4 m.	150	180	3.00
1.3	3m.	180	210	3.50
1.2	2 m.	210	240	4.00
1.1	1 m.	240	270	4.50
1.0	0 m.	270	300	5.00

Tabella n. 2

NOTA: è molto importante controllare sempre la profondità ed il tempo d'immersione. Si consiglia l'uso di computer subacqueo a frazione variabile di O_2.

Respirare ossigeno a pressioni elevate può dar luogo a due tipi di tossicità: quella al SNC (Sistema Nervoso Centrale), detta anche acuta o effetto Paul Bert, e quella polmonare, detta anche "al corpo intero" o effetto Lorraine Smith.

La tossicità al SNC, è dovuta al fatto che la PO_2 (Pressione parziale dell'ossigeno) troppo alta blocca l'emoglobina del sangue in condizioni di saturazione al 100% anche nel sistema venoso, ragion per cui i globuli rossi, con l'emoglobina così ridotta, non riescono a trasportare l'anidride carbonica (CO_2) attraverso il sangue venoso ed eliminarla con la respirazione.

La presenza in eccesso di CO_2 nei tessuti e nel sangue comporta una vasodilatazione a livello cerebrale, se questo avviene mentre è in corso una vasocostrizione dovuta all'innalzamento della PO_2 (condizione di iperossia), dato che con una vasocostrizione il cervello si difende, un abnorme quantitativo di ossigeno finisce per raggiungere le cellule cerebrali causando convulsioni.

I sintomi della tossicità acuta sono quelli riportati nella seguente tabella n. 3:

Segni e sintomi della tossicità acuta

Bradicardia (diminuzione della frequenza delle pulsazioni Cardiache) Palpitazioni Depressione Apprensione Sintomi visivi: • bagliori • restringimento del campo visivo Scampanellio ed allucinazioni uditive Vertigini Modificazioni nella respirazione	Nausea Vomito Fibrillazione delle labbra Contrazioni delle labbra, delle guance, del naso e delle palpebre Sincope Convulsioni **Tabella tratta da Diving Medicine (Bove & Davis, 1990)**

Tabella n. 3

I sopraesposti sintomi possono essere meglio ricordati memorizzando, come già appreso durante il corso Nitrox, l'acronimo "CONVUTIV", dove il significato delle sigle, lo ricordiamo, è il seguente:

Co nvulsioni	è la conseguenza più grave: nel corso degli spasmi convulsivi può portare il subacqueo all'annegamento, o essere vittima di aero-embolismo mentre viene trasportato in superficie;
N ausea	di intensità variabile e può essere intermittente;
V isione	ogni disturbo inclusa la "visione a tunnel" (una contrazione del normale campo visivo, come si guardasse attraverso un tubo);
U dito	ogni alterazione delle normali funzioni uditive (scampanellio o fischio nelle orecchie);
T remori	solitamente si manifestano nei muscoli facciali e alle labbra, ma possono coinvolgere altri muscoli. È il sintomo più frequente ed anche il più percepibile;
I irritabilità	ogni variazione comportamentale, compresa l'ansia, confusione, affaticamento inconsueto, ecc.;
V ertigini	o capogiri e disorientamento.

Tabella n. 4

Un subacqueo, che respira ossigeno ad una data pressione parziale (PO_2) per un determinato periodo di tempo, ne accumula una quantità al "Sistema Nervoso Centrale" (SNC) che viene quantificata in percentuale e il cui valore non deve superare mai il 100%.

Il livello di saturazione in percentuale al SNC si calcola usando la seguente formula:

$$SNC = \frac{\text{Tempo di esposizione ad una data } PO_2}{\text{Tempo massimo consentito ad una data } PO_2 *} \times 100$$

* Limite NOAA per singola esposizione

Sancita la formula, comunque, è necessario ricordare anche che, nel caso in cui il livello di saturazione al SNC supera il 50%, prima di compiere una nuova immersione, bisogna rispettare un tempo di attesa di 45 minuti e di due ore se il livello di saturazione supera il 90%, facendo attenzione al tempo massimo nelle 24 ore.

Esempio.

Se un sub si immerge con l'ARO per il tempo di 70 minuti alla profondità di 5 metri, quant'è il suo livello di saturazione al SNC?

A 5 metri di profondità la PO_2 è di 1.5 ATA, quindi il tempo massimo consentito per singola esposizione è di 120 minuti.

Applicando la formula descritta testé enunciata si ottiene:

T. esp. : T. max X 100 = SNC ovvero 70 : 120 X 100 = 58.33%

Il tempo di attesa in superficie, per poter fare un'altra immersione, dovrà essere di almeno 45 minuti. Per quanto riguarda il tempo massimo nelle 24 ore, dovrà essere preso come indice di riferimento quello corrispondente alla profondità maggiore raggiunta.

La *tossicità polmonare*, effetto Lorraine Smith, si misura in *UPTD* (unità di tossicità polmonare).

Si accumula una UPTD respirando ossigeno puro alla pressione di una atmosfera per un minuto.

La massima "dose" giornaliera accumulabile da una persona nella condizione sopra indicata è di 1440 UPTD, infatti la durata di un giorno è di 1440 minuti.

Per convenzione, allo scopo di lasciare un "margine" di sicurezza, un sub può accumulare giornalmente fino a 850 UPTD.

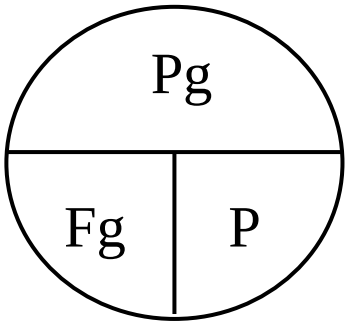
I sintomi con cui si manifesta la tossicità polmonare sono i seguenti: depressione respiratoria fino all'apnea, irritazione delle vie aeree, spossatezza, bradicardia, ipotensione.

Per calcolare la quantità accumulata durante un'immersione, basta cercare la colonna corrispondente alla pressione parziale dell'ossigeno ed incrociarla con la riga del tempo della tabella n. 5, oppure, allorché manca il valore sulla tabella, moltiplicare il valore di un minuto per il totale del tempo.

Tempo	**Unità di dosaggio della Tossicità Polmonare** (UPTD) per una data PO_2					
	1.1	**1.2**	**1.3**	**1.4**	**1.5**	**1.6**
01.00	**1.16**	**1.32**	**1.48**	**1.63**	**1.78**	**1.93**
05.00	5.82	6.62	7.40	8.16	8.91	9.65
10.00	11.64	13.24	14.79	16.32	17.82	19.29
15.00	17.46	19.58	22.19	24.48	26.73	28.94
20.00	23.28	26.47	29.59	32.64	35.64	38.58
25.00	29.10	33.09	36.99	40.80	44.54	48.23
30.00	34.92	39.71	44.38	48.96	53.45	57.87
35.00	40.74	46.33	51.78	57.12	62.36	67.52
40.00	45.56	52.95	59.18	65.28	71.27	77.16
45.00	52.38	59.56	66.58	73.44	80.18	86.81
50.00	58.21	66.18	73.97	81.60	89.09	96.45
55.00	64.03	72.80	81.37	89.76	98.00	106.10
60.00	69.85	79.42	88.77	97.92	106.91	115.75
65.00	75.96	86.06	90.14	106.08	115.83	125.39
70.00	81.48	92.68	103.53	114.24	124.74	135.03
75.00	87.30	99.30	110.93	122.40	133.65	144.68
80.00	93.12	105.92	118.32	130.56	142.56	154.32
85.00	98.94	112.54	125.72	138.72	151.47	163.97
90.00	104.76	119.16	133.11	146.88	160.38	173.61
95.00	110.58	125.78	140.51	155.04	169.29	183.26
100.0	116.40	132.40	147.90	163.20	178.20	192.90
105.0	122.22	139.02	155.30	171.36	187.11	202.55
110.0	128.04	145.64	162.69	179.52	196.02	212.19
115.0	133.86	152.26	170.09	187.68	204.93	221.84
120.0	139.68	158.88	177.48	195.84	213.84	231.48

tabella 5: calcolo delle **UPTD**

Per calcolare, invece, la *massima profondità operativa* e *la pressione parziale dell'ossigeno* useremo la regola della "T cerchiata", la cui formula ci permette di trovare anche la PO_2 a cui siamo esposti.



Dove:
- Pg = Pressione Gas.
- Fg = Frazione del Gas che nell'A.R.O. **sarà sempre uguale ad 1.**
- P = Profondità espressa in ATA.

Se, ad esempio, volessimo calcolare la massima profondità operativa usando l'ARO quindi P, dovremmo dividere Pg per Fg:

1,6 : 1 = 1,6 ATA, quindi 6 metri di profondità.

Per calcolare, invece, la PO_2 a cui siamo esposti alla profondità di 5 metri moltiplichiamo Fg per P:

1 x 1.5 = 1.5 ATA.

Esercizi:

1: un sub deve fotografare un fondale a quattro metri di profondità, quanto tempo potrebbe rimanere immerso?

Pg = 1 x 1.4 = 1.4 ATA di O_2 quindi il tempo MAX è di 150 minuti.

2: se il sub di cui all'esercizio precedente decide di rimanere in immersione 80 minuti, quanti UPTD ha accumulato? E al SNC?

UPTD = 130,56 SNC = 80 : 150 x 100 = 0,533 x 100 = 53,3% deve, pertanto, attendere almeno 45 minuti prima di compiere un'altra immersione.

- *pericolosità nel suo maneggio*:

essendo l'ossigeno un gas molto reattivo con le sostanze combustibili, soprattutto in presenza di idrocarburi e loro derivati, si devono sempre rispettare alcune regole: usare, cioè, tutti materiali ossigeno compatibili ed affidarsi per le ricariche delle bombole a personale qualificato.

In questo settore non bisogna mai dimenticare che l'ossigeno sottoposto ad elevate pressioni non ammette errori, distrazioni o incertezze; quando uno lo maneggia deve essere perfettamente consapevole della sua pericolosità.

L'**azoto**:

cos'è:

è un elemento chimico gassoso (simbolo N) che è presente nell'aria che respiriamo per circa il 78%.

Questo elemento, però, contrariamente a quanto avviene per l'ossigeno, non contribuisce ai processi vitali dell'organismo essendo esso un gas inerte.

Tuttavia, durante le immersioni con autorespiratori a circuito chiuso, la presenza di questo gas che entra a far parte in percentuale elevata dell'aria che respiriamo, se non è pericolosa per non avere alcuna valenza tossica, può essere causa, di gravi patologie;

problemi relativi:

l'*ipossia* e l'*anossia* costituiscono i due inconvenienti legati alla eventuale presenza di azoto nel circuito respiratorio in un autorespiratore ad ossigeno.

L' *ipossia* è un incidente dovuto alla carenza (insufficienza di pressione parziale) di ossigeno nel circuito respiratorio.

Questo inconveniente, avvertito da una inconfondibile sintomatologia di difficoltà respiratoria, si manifesta lentamente, ma progressivamente fino a sfociare nell'affanno e nei casi più gravi nella sincope.

Esso si combatte, all'insorgere dei primi sintomi, riducendo la propria attività, fermandosi e ventilando profondamente fino al ritorno della normalità.

Si previene con un buon lavaggio dei polmoni, del sacco polmone e della maschera nel momento in cui si prende contatto con l'autorespiratore.

L'*anossia*, invece, che significa **mancanza totale di ossigeno** nel circuito respiratorio, si verifica quando ci si dimentica di effettuare il **lavaggio** dei polmoni, del sacco polmone e della maschera prima di immergersi.

Contrariamente all'ipossia, caratterizzata da un lento impoverimento dell'ossigeno e i cui sintomi sono avvertibili, gli effetti dell'anossia sono repentini e immediati e corrispondono a una improvvisa scomparsa del tenore di ossigeno nella miscela respiratoria che finisce per essere costituita da solo azoto.

Solitamente il fatto accade durante la risalita, quando si è prossimi alla superficie, quando cioè sono sufficienti pochi atti respiratori per provocare una brusca caduta della pressione parziale dell'ossigeno, senza che il subacqueo avverta il minimo sintomo di ciò che sta accadendo: perdita di coscienza, sincope, morte.

Resta inteso, pertanto, che il lavaggio dei polmoni, del sacco polmone e della maschera, consistente nella eliminazione, mediante una espirazione forzata durante la presa di contatto con l'autorespiratore, di ogni traccia di azoto, diventa una necessità vitale che per nessun motivo deve essere omessa, anzi, si consiglia una volta lasciata la superficie di compiere un'altra volta la manovra scaricando ulteriormente il gas attraverso la maschera.

L'**anidride carbonica:**

cos'è:

è un gas (formula CO_2) incolore e inodore, costituente dell'atmosfera.

Nell'aria che respiriamo esso è presente nella percentuale del 0,03.

L'anidride carbonica è anche il prodotto del metabolismo cellulare del nostro organismo che lo espelle attraverso la respirazione.

problemi relativi:

se si respira una miscela gassosa nella quale vi è una percentuale di anidride carbonica che va oltre la normale tollerabilità essa finisce con il ristagnare nei tessuti e nel sangue, provocando nell'organismo l'aumento del ritmo respiratorio, il quale, nel tentativo di smaltire l'eccesso del gas, può tramutarsi in affanno e perdita di coscienza con conseguenze facilmente intuibili.

Le cause della presenza di CO_2 nel circuito respiratorio sono molteplici ed è necessario conoscerle a fondo; esse sono:

- sforzo fisico;
- stato emotivo;
- ristagno di CO_2 nel tubo corrugato dell'ARO di tipo pendolare;
- riempimento non corretto del filtro (calce sodata intasata, carente, non setacciata).
- calce sodata esaurita o degenerata;
- calce sodata bagnata (in seguito ad allagamento del sacco polmone o infiltrazioni di acqua attraverso questo o il tubo corrugato);
- mancanza di calce sodata nel filtro (in seguito a dimenticanza).

Il verificarsi di una delle suddette eventualità, qui elencate in ordine di gravità, può dar origine a dei sintomi premonitori certo avvertibili che consistono nell'aumento del ritmo respiratorio e nella comparsa del comune mal di testa.

Questi, in nessun caso, devono essere mai sottovalutati.

Nei casi meno gravi, per risolvere il problema, è sufficiente rallentare l'attività ed effettuare una respirazione ampia e profonda che in breve tempo ritornerà alla normalità.

In caso contrario è necessario riemergere in maniera controllata, lentamente, respirando profondamente, scaricando la miscela respiratoria dalla maschera e rinnovando continuamente l'ossigeno nel sacco polmone con il by-pass.
Nei casi più gravi (calce sodata esaurita, bagnata o assente) è da tenere presente che sono sufficienti uno o due minuti per incorrere nell'**ipercapnia** (intossicazione da anidride carbonica) con conseguente perdita di coscienza.
Il soccorso allo svenuto per ipercapnia è la rianimazione.

La **calce sodata**:

- *cos'è*:

la calce sodata è una miscela attiva costituita da:
- calce (idrossido di calcio) con formula Ca (OH)2, nella percentuale del 90% circa;
- soda (idrossido di sodio) con formula Na OH, nella percentuale del 4% circa;
- altre sostanze e impurità, fra cui l'acqua, la quale esiste sempre anche se in piccola parte, essendo la calce sodata molto igroscopica.

La calce sodata è attiva fino a quando non è satura di anidride carbonica e perde la propria efficienza quando si bagna.
Esistono tipi di calce sodata contenenti un reagente che la colora allorché essa esaurisce la sua capacità di assorbimento.
E' buona regola, comunque, sostituire la calce sodata dopo ogni immersione.

- *problemi relativi*:

il caricamento scorretto del filtro (calce sodata con molte parti di polvere non eliminata da una appropriata setacciatura) e l'errato uso dell'autorespiratore (acqua nel sacco polmone) possono essere causa di ustioni interne che si manifestano con bruciore e senso di soffocamento.
In caso si verifichi questa sintomatologia, soprattutto nei casi gravi, è necessario l'intervento del medico.

Gli incidenti meccanici.

Gli incidenti meccanici sono quelli causati da avarie all'apparecchiatura o quando essa viene usata in maniera impropria.
Alcuni di questi incidenti, anche se presuppongono un elevato standard di addestramento, sono facilmente risolvibili immersione durante, altri ne consigliano l'immediata interruzione.

Avaria al by-pass.

Qualora il by-pass eroghi ossigeno in continuazione è possibile evitare il rigonfiamento abnorme del sacco-polmone (con conseguente perdita di controllo della posizione idrostatica e pericolo di scoppio) chiudendo il volantino della bombola ed aprendolo allorché serve gas, escludendo di fatto l'uso dello stesso by-pass.

Perdita del boccaglio.

La perdita del boccaglio può accadere in seguito a svariati motivi e poiché ce se ne accorge immediatamente è necessario abbattere con altrettanta immediatezza il boccaglio contro il sacco, piegando il tubo o i tubi corrugati con una mano, creando così un sifone, mentre con l'altra si dovrà chiudere il rubinetto a tre o quattro vie per evitare che il sacco si allaghi.
Nel rimettersi il boccaglio in bocca si dovrà riprendere la respirazione con molta cautela per controllare se è entrata acqua nel sacco, la quale si manifesta con un gorgoglio in corrispondenza del raccordo del tubo corrugato.
In questo caso è consigliabile sospendere immediatamente l'immersione.

Allagamento del sacco polmone.

E' un inconveniente che si verifica più di quanto si possa credere, normalmente per dimenticanza o per errore del subacqueo alle prime armi.
Bisogna fare molta attenzione, poiché l'inconveniente può diventare pericoloso in quanto l'acqua prima di giungere al tubo corrugato attraversa la calce sodata che diventa **caustica.**

Lacerazione del sacco polmone.

E' difficile, ma non improbabile che si verifichi un incidente del genere.
Tuttavia, è necessario essere preparati anche a questa emergenza.
Allorché si verifica questo incidente, l'entrata dell'acqua nel sacco è tanto più rapida quanto più è ampia la lacerazione.
Respirare in queste condizioni significa aspirare acqua assieme a calce sodata con effetti disastrosi alle vie aeree superiori.
Meglio guadagnare immediatamente la superficie con una risalita di emergenza.

Alcune considerazioni.

Il quadro esposto di tutti gli inconvenienti che si possono verificare potrebbe apparire estremamente catastrofico, ma questo autorespiratore, come qualsiasi altro, compreso quello maggiormente in uso nelle immersioni di tipo ricreativo, l'ARA, è pericoloso nella misura in cui uno lo sa impiegare: messo nelle mani di persone inesperte o che sono convinte di essere esperte senza esserlo l'ARO non perdona.

Questo lavoro si riferisce esclusivamente a tutto ciò che riguarda la specificità dell'ARO, ragion per cui eventuali altri inconvenienti ed alcune realtà relative all'attività subacquea in genere sono rinviati ai lavori eseguiti per altre discipline, che è bene avere sempre presenti qualunque sia il tipo di autorespiratore che si vuole impiegare o qualsiasi tipo di immersione si intenda effettuare.

Vi è un'altra cosa che normalmente non si sottolinea abbastanza in questo settore: l'imprevisto, una situazione che si manifesta nelle forme più disparate e quando uno meno se l'aspetta: solo un elevato senso di autocontrollo e una preparazione approfondita consentono di superare questa subdola manifestazione, forse tra le più pericolose, proprio perché imprevedibile, e dietro la quale si celano spesso forti emozioni con conseguente probabile affanno e tutto ciò che esso comporta.
Perdere la testa sott'acqua e non riuscire più a connettere per effettuare anche le cose più semplici accade più spesso di quanto si possa immaginare.

E' buona regola con qualsiasi tipo di autorespiratore non effettuare immersioni da soli; così facendo si corre il rischio di perdere l'unica occasione di essere soccorsi in tempo quando se ne verifica l'esigenza.

Infine non bisogna dimenticare che, se ci si attiene ai limiti imposti dal presente manuale, tutto sommato ci si trova ad operare sempre a profondità che al massimo raggiungono i sei metri di quota.
In queste situazioni, raggiungere la superficie in apnea non richiede prestazioni eccezionali.
Più difficile è se l'inconveniente dovesse accadere a quote più basse, eventualità che deve essere assolutamente evitata.

LA PRATICA.

Preparazione dell'autorespiratore.

Come per qualunque altro tipo di autorespiratore la preparazione dell'ARO per l'immersione deve essere condotta con attenzione e grande scrupolo; mai delegare nessuno a questa operazione poiché si tratta della nostra sicurezza.

Gli atti da compiere sono i seguenti:
- caricamento della bombola a 150 – 200 atm., 150 sono più che sufficienti;
- ispezione generale dell'apparecchiatura allo scopo di verificare che sia integro in tutte le sue parti;
- estrazione del filtro dal sacco polmone;

figura n. 12: preparazione al caricamento della capsula-filtro della calce

- svitatura del tappo di chiusura del filtro;
- introduzione nel filtro, tramite l'apposito imbuto, della calce sodata dopo averla opportunamente setacciata dalle impurità e rammentando sempre che essa deve essere sempre opportunamente stivata nella capsula durante l'operazione battendo più volte con il palmo della mano la sua parte posteriore;

figura n. 13: setaccio della calce

foto n. 14: operazione di caricamento dalla calce nella capsula-filtro

- chiusura del foro del filtro evitando di serrarne troppo il tappo;

- introduzione della capsula nel sacco polmone;

figura n. 15: inserimento filtro nel sacco

figura n. 16: filtro inserito e posizionato correttamente

- assemblaggio dell'ARO (sacco polmone, boccaglio con tubi corrugati, bombola).

figura n. 17: assemblaggio del – dei tubi corrugati con il filtro ed il sacco

figura n. 18: collegamento del bombolino con il sacco polmone

Il caricamento della calce sodata può essere effettuato anche senza togliere la capsula dal sacco polmone, semplicemente svitando il tappo del filtro e versando i granuli di calce sodata direttamente.

Quest'ultima procedura la si adotta normalmente allorché l'autorespiratore viene usato spesso e si ha la necessità di sostituire più volte e in breve lasso di tempo la calce sodata:

Nel caso specifico bisogna essere certi che non sia entrata acqua nel sacco polmone.

Dopo ogni immersione l'ARO dovrà essere sistemato a riposo appeso, con il rubinetto aperto all'atmosfera e in giù per permettere l'aerazione all'interno del sacco stesso.

NOTA: l'assemblaggio dell'ARO va effettuato sempre con le mani perfettamente pulite e su una superficie priva di impurità.

<u>Prove di efficienza dell'autorespiratore</u>.

Sono prove che si debbono effettuare ogni qualvolta ci si accinga ad effettuare una immersione. Esse consistono in:

- apertura del rubinetto della bombola e controllo tramite il manometro in dotazione della pressione;

Figura n. 19: rubinetto del bombolino e manometro dell'A.R.O.

- controllo della perfetta tenuta dell'apparecchiatura attraverso questi semplici atti:
  . chiusura del rubinetto a tre e/o quattro vie nella posizione "all'atmosfera";
  . immissione di ossigeno nel sacco polmone, azionando il by-pass (figura n.20), in modo da non gonfiarlo eccessivamente;

figura n. 20: il by-pass.

. immersione dell'autorespiratore in acqua: se non si verificano bollicine significa che l'apparecchio è a tenuta;
. chiusura del rubinetto delle bombole;
. essiccazione completa del sacco polmone il quale non dovrà gonfiarsi (figura n. 21);

figura n. 21: autorespiratore con il sacco depresso.

Impiego dell'autorespiratore.

L'ARO viene posizionato nella parte anteriore del subacqueo all'altezza del torace (figura n. 22) e la preparazione all'immersione viene effettuata nel seguente modo:

figura n. 22: posizionamento corretto dell'A.R.O.

- indossare l'apparecchio, il quale ha il sacco polmone completamente essiccato e il rubinetto a tre/quattro vie nella posizione "all'atmosfera", stringendo in maniera adeguata il giogo e la cintura;
- aprire il volantino delle bombole e agendo sul by-pass riempire il sacco polmone di ossigeno;
- indossare la maschera;
- mettere in bocca il boccaglio;
- espirare tutta l'aria dai polmoni all'esterno attraverso il rubinetto a tre/quattro vie;
- mettere il rubinetto a tre/quattro vie nella posizione "al sacco";

Esercizi.

Gli esercizi con l'ARO sono numerosissimi, ma partendo dal principio che molti di questi, comuni ad altri tipi di autorespiratori, sono già stati appresi durante i corsi già acquisiti, ci si limiterà a spiegare quelli specifici e utili a questo tipo di apparecchiatura.

Pesatura.

E’ quella normalmente usata che ci consente di ottenere l’assetto neutro in acqua con la muta, le pinne e la maschera e senza apparecchiature.
Tuttavia questa da sola non è sufficiente poiché per una pesatura ideale è necessario talvolta aggiungere un po’ di zavorra anche all’autorespiratore.
Una buona pesatura si traduce sempre in un assetto neutro ottimale, il quale a sua volta assicura maggiori risultati con minore dispendio di energia.

L’entrata in acqua.

I modi per entrare in acqua sono gli stessi che per qualsiasi altro autorespiratore con l’unica differenza imposta dal particolare tipo di autorespiratore usato.
La differenza consiste nel fatto che durante la fase di entrata in acqua il subacqueo deve portare le mani alla maschera in maniera tale da bloccare anche il boccaglio per evitarne l’asportazione, mentre gli avambracci ed i gomiti dovranno mantenere il sacco polmone e la bombola aderenti al corpo in modo da evitarne il sollevamento con conseguenti eventuali danni alla persona e all’apparecchio.
Questa manovra viene effettuata con il sacco polmone vuoto e i polmoni pieni.
Una volta entrati in acqua il subacqueo darà ossigeno al sacco e incomincerà la manovra di lavaggio descritta precedentemente (figura n. 23 / 24).

Figura n. 23: entrata in acqua.
Entrata in acqua con il *passo da gigante*.
L’autorespiratore è posizionato nella parte anteriore del corpo .

Figura n. 24: entrata in acqua vista di lato.
Si può notare anche in questa immagine la posizione delle braccia e delle mani: le prime stringono l'autorespiratore, le seconde mantengono la maschera ed il boccaglio in posizione.

*<u>Lavaggio del sacco-polmone</u>***.**

E' stata ampiamente descritta nel paragrafo "impiego dell'autorespiratore".
Questa manovra è importantissima non solo per le conseguenze letali che comporta la sua mancata effettuazione prima di ogni immersione, ma anche perché, soprattutto nelle fasi iniziali dell'addestramento, può essere causa dell'allagamento del sacco polmone.
Sarà necessario, pertanto, effettuare molte prove in bianco, fuori cioè dall'acqua, per prendere confidenza con l'uso del rubinetto a tre o quattro vie.

*<u>Lo svuotamento della maschera</u>***.**

L'esercizio si esegue nel modo tradizionale.
Si preme il bordo superiore della maschera con la mano destra e inclinando leggermente il capo all'indietro il subacqueo espirerà attraverso il naso il gas lentamente, il quale sostituirà all'interno della maschera l'acqua.
Nel farlo, per evitare un inutile spreco di ossigeno, bisogna che dalla maschera non fuoriesca il gas.
L'ossigeno consumato durante questa manovra verrà ripristinato immediatamente agendo sul by-pass.

A lato figura n. 25: svuotamento maschera.
Questa manovra comporta uno spreco di ossigeno, minimo se si ha esperienza, più consistente per gli inesperti. A questi ultimi si consiglia di tenere la mano libera posizionata sul by pass pronta a far erogare gas (**sotto figura n.26**) nel sacco.
In caso di rimozione della maschera, manterremo la respirazione lenta e profonda controllando le vie aeree come imparato nei corsi base.

La regolazione del volume del sacco e la manovra del pendolo.

La regolazione del volume del sacco è determinante per il mantenimento della quota di immersione. Un eccesso di ossigeno nel sacco provoca una spinta positiva del subacqueo verso la superficie talvolta incontrollabile ed in questo caso il sistema corretto per eliminare parte del gas in eccesso è di espirare attraverso la maschera; al contrario una diminuzione eccessiva di ossigeno nel sacco ne provoca l'affondamento per cui dovremo immettere gas azionando il by pass.
Per queste ragioni, durante il nuoto in immersione il subacqueo, per mantenere il contenuto in gas del sacco polmone ad un livello tale da consentirgli un perfetto equilibrio idrostatico (figura n. 27 / 28), deve respirare profondamente e immettere nel sacco, tramite il by pass, solo la quantità di ossigeno necessaria, quella cioè consumata dal metabolismo dell'organismo.

Figura n. 27: sub in assetto neutro.

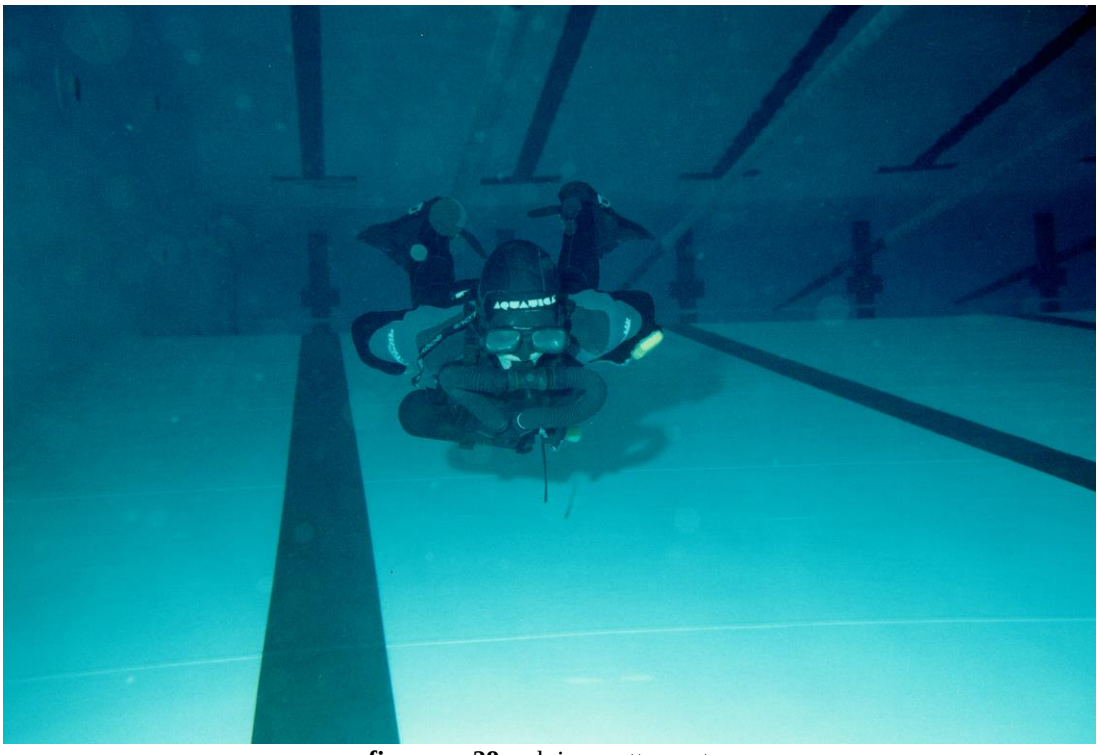


figura n. 28: sub in assetto neutro

Per rendersi conto di questo meccanismo ci viene in aiuto l'esercizio del cosiddetto pendolo, il quale consiste nell'effettuazione delle seguenti manovre:

- immergersi con l'apparecchio indossato;
- inginocchiarsi sul fondo;

- rimuovere l'apparecchio dal proprio corpo e posizionarlo davanti continuando la respirazione attraverso il boccaglio (figure n. 29 / 30 / 31);

figura n. 29 esercizio del pendolo: aro in assetto neutro

In pratica il sub fa salire e scendere con la respirazione l'autorespiratore in maniera lenta e controllata. L'esercizio che in un primo momento può sembrare difficile, risulterà semplice e molto utile al fine di capire l'effetto dinamico della respirazione sull'assetto.

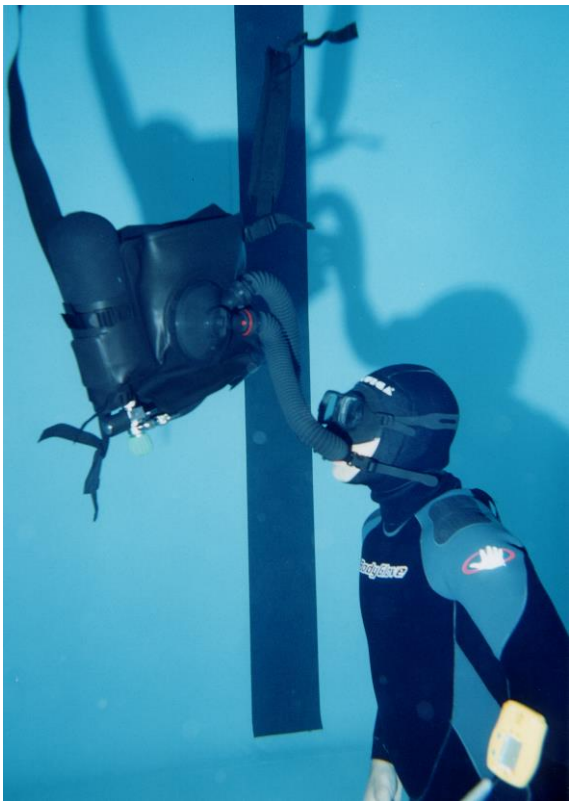


figura n. 30: aro in assetto positivo (espirazione)

figura n. 31: aro in assetto negativo (inspirazione)

La vestizione in immersione (figura n. 31):

Anche questa manovra, oltre a costituire una prova di destrezza e di padronanza delle proprie capacità acquatiche, può rivelarsi utile in determinate situazioni.

Essa consiste nel togliersi e rimettersi l'autorespiratore sott'acqua effettuando in maniera corretta alcune manovre precedentemente descritte.

In pratica, sacco polmone vuoto e rubinetto a tre – quattro vie nella posizione all'aria quando rimosso, nella posizione al sacco quando si riprende contatto col boccaglio.

In quest'ultima fase bisogna avere l'avvertenza, prima di respirare, di eliminare l'acqua all'interno del boccaglio soffiandoci dentro e quindi contemporaneamente agire sulla leva del rubinetto.

figura n. 31: esercizio della vestizione in immersione.

GLOSSARIO

A.R.A.	Autorespiratore ad aria.
A.R.O.	Autorespiratore ad ossigeno.
ATA	Atmosfere assolute
atm	Atmosfere
by-pass	Nel nostro caso è un termine con il quale si indica la valvola atta a regolare il flusso dell'ossigeno.
C.C.R.	Close Circuit Rebreather
Diving medicine	Testo di Bove & Davis, 1990
F.I.P.S.	Federazione italiana pesca sportiva ed attività subacquee
Nitrox	Miscuglio gassoso composto da azoto ed ossigeno
N.O.A.A.	National Oceanic and Atmospheric Administration
Oxygen	Ossigeno
Rebreather	Apparecchio di respirazione
SNC	Sistema Nervoso Centrale
u.p.t.d.	Unit Pulmonary Toxicity Dose – dose unitaria di tossicità polmonare

Testo di Andrea Pianon

Foto di Bruno Darlante (parte subacquea)
Nicola Pedrocco

Ringraziamenti

Desidero ringraziare per l'aiuto ricevuto nella stesura di questo manuale:

Il Colonnello Leonida Grazioli.
Il Capitano di Vascello Francesco Carlo Bottoni.
Il Capitano di Vascello Attilio Sbordoni.
Il sig. Dario Chericoni Amministratore Unico della "OMG".
Il Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Venezia.
Il professore Matteo Campi.

www.omg-italy.it

ITALY

PROGETTAZIONE E COSTRUZIONE ATTREZZATURE SUBACQUEE PROFESSIONALI
AUTORESPIRATORI SUBACQUEI A CIRCUITO CHIUSO E SEMI CHIUSO

La O.M.G. opera nel settore della subacquea professionale da quasi trent'anni ed è specializzata nella progettazione e costruzione di autorespiratori ad ossigeno a ciclo chiuso e semi chiuso e di tutte le attrezzature necessarie per un appropriato utilizzo degli stessi.
La O.M.G.Italy è in grado di fornire sia i materiali che il supporto logistico inerenti lo svolgimento di attività subacquee. Tutti gli autorespiratori O.M.G. sono realizzati con materiali di alta qualità.
Da questi derivano prestazioni inalterabili nel tempo, altissima affidabilità e design innovativi che rendono O.M.G. al top tra i gruppi mondiali specializzati in campo sportivo e militare.
O.M.G. Italy è fornitrice di Reparti Speciali delle Forze Armate e di molti Enti privati e non, in Italia e all' estero.
Per maggiori informazioni sui nostri prodotti visitate il sito:
www.omg-italy.it

ITALY

O.M.G.Italy s.n.c.
Via Vincinella, 19037 S.Stefano Magra (SP)
Tel. +39 187 632128 Fax. +39 187 632192
E-mail omg@luna.it